

世界气象组织



# 玉米农业气象学

---

气象出版社

农业气象知识

# 玉米农业气象学

王成华 主编

# 玉米农业气象学

世界气象组织(WMO-No.481)

王长根 译

黄必选 校

气象出版社

## 内 容 简 介

本书译自世界气象组织(WMO)的农业气象学讨论会的报告文集。全书共 35 篇,分八个部分,主要内容包括:世界玉米生产概况;玉米需要的气象条件;测定玉米生长的技术;玉米的需水要求及对环境物理参数的反应;玉米生理学与天气的关系;天气与玉米的生长、产量关系的模拟;农业气候情报在玉米生产上的应用。

本书较全面地反映了当前世界各国对玉米农业气象学的研究水平和重要成果,可供农业、农业气象、气象、植物生理及制定粮食政策的科技工作者和有关高等院校的师生参考。

## AGROMETEOROLOGY OF THE MAIZE (CORN) CROP

WMO-No. 481

Secretariat of the World Meteorological  
Organization—Geneva—Switzerland 1977

## 玉米农业气象学

世界气象组织(WMO-No. 481)

王长根 译 黄必选 校

责任编辑:张国秀

\* \* \*

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

\*

开本: 850×1168 1/32 印张: 12.25 字数: 320 千字

1983年12月第1版 1983年12月第1次印刷

印数: 1—5,000 统一书号: 13194·0136

定价: 1.95元

## 译 者 的 话

玉米是自然界能量贮藏最多的植物之一。玉米的根、茎、叶和开花部分都能作为巨大有效的能量工厂来考虑。玉米同化二氧化碳比其他任何作物品种更有效得多，成熟的玉米籽粒贮藏了巨大能量。生长期为 120 天的玉米，一粒玉米种子能生产出 600—1000 粒玉米籽粒，即一粒玉米的产量相当于一粒小麦产量的 50 倍。

玉米已是一种世界性作物，140 个气象组织成员国中有 100 个成员国种植玉米。在世界粮食生产里仅次于小麦和水稻，在过去的几年里，世界玉米生产已经达到三亿公吨，占世界粮食总产量的四分之一。我国玉米生产占世界第二位，仅次于美国，所以我国的玉米生产对我国及世界的粮食生产有着深远的影响。

“玉米农业气象学”一书，系 1976 年 7 月 5 日—9 日由世界气象组织组织的、美国衣阿华州大学主办的玉米农业气象讨论会的会议文集。这次讨论会由世界气象组织农业气象委员会主席 W. 贝尔主持，参加这次讨论会的代表，有来自各国的和国际组织的，对玉米农业气象学的研究和发展作出了贡献的 108 名学者。这次讨论会的中心议题是强调天气对玉米生产的重要性；天气与玉米生产之间关系的模拟；农业气候情报在玉米生产上的应用。讨论会上还给农业气象学家提出今后应考虑的六项疑难问题。第一，农业气象预报应当更直接地联系农业的需要。第二，重点应放在 7—14 天的预报。第三，气象学家需要与农学家更密切地协作。第四，某些种类的季节性情报预报，即使正确性不够高，也可以给农场主使用。第五，经济利润方面的研究必须考虑。第六，在世界范围内推广作物天气预报工作。因此，“玉米农业气象学”一书比较全面地介绍了当前世界各国对玉米农业气象学的研究概况和水平。对我国的玉米种植、栽培和产量提高具有一定的参考价值。

全书共分八章：第一章全面地介绍了全世界玉米生产的概况；

第二章主要评述了玉米对环境温度的反应，提出了玉米种植带的概念和划分玉米种植带的方法；第三章主要介绍了测定和观测玉米生长的一些技术；第四章是评论水分的利用和玉米的需水要求；第五章介绍玉米的光反应；第六章是天气与玉米产量关系的模式，研究了产量对温度和降水的敏感性；第七章是玉米的模拟，介绍和评价了各个模拟玉米生长和产量的模式；第八章是农业气候情报应用于玉米生产。本书可供农业、农业气象、气象、植物生理以及制定粮食政策的科技工作者和有关高等院校的师生参考。

原书共分九章，除了略去原第九章——天气与玉米：展望外，还删去以下内容：出席讨论会的代表名单；开幕词；欢迎词；玉米农业气象学（摘要）；根据冬季降水量，预报玉米最节约的需氮量（摘要）；玉米的可能生产率和最优生产率与光的关系（摘要）；玉米品种（blanco del cuzco）的生理成熟和干燥率（摘要）；作物和环境模式与制定政策的关系；模拟玉米生产模式——产量对温度和降水量的敏感性；一个农业气象情报系统模式（摘要）。其他文章的内容（包括图）也有一些删减。

本书第六章“关于法国玉米产量的农业气象研究”一文由史国宁同志帮助译出，在此表示衷心的感谢。由于译者水平有限，书中错误之处一定难免，恳请读者提出宝贵意见。

# 前 言

1973年10月22—27日曾在布伦瑞克（德意志联邦共和国）举行过关于“小麦农业气象学”的讨论会。在农业气象学委员会的第六次会议期间（1974年10月，华盛顿），委员会重新强调了世界粮食生产方面特别重要的农业气象问题，和组织讨论会、研究班的重要性，并提出了把“玉米农业气象学”问题作为这类讨论会的第二次讨论会的课题。

这次讨论会已于1976年7月5—9日召开。由世界气象组织发起，作为有助于粮食生产的世界气象组织农业气象活动的一部分，讨论会由位于美国衣阿华州艾姆斯城的衣阿华州立大学当东道主。本书就是这次讨论会的报告汇编。

1974年世界粮食会议曾经呼吁：加强关于不同生态的、特别是气候和天气及其变异条件对不同气候带、尤其是热带和沿岸地区农业生产影响的基础研究和应用研究。因此，这次讨论会理由具有评述关于天气影响世界主要粮食作物之一——对玉米生产有学识的对象参加。这样的学识对于关心土地的合理利用、关心玉米供求变化及其贮运和分布的农学家和世界粮食战略家来说，是有很大大价值的。令人满意的是农业部门有许多人员参加了这次讨论会。

这次讨论会提供了气候对玉米生产影响的学术交流场所，出版的会议文集可使这些学术被世界上没有参加这次讨论会的许多科学家广泛应用。

为了保证这次讨论会的成功，许多人应该受到褒奖和得到荣誉。W. 贝尔(Baier)博士、R. H. 肖博士、L. M. 汤普森博士和 R. E 费奇(Felch)博士主要承担了讨论会的计划和组织工作，而美国海洋大气局局长 R. M 怀特(White) 博士和衣阿华州立大学农学系主任约翰佩塞克(John Pesek) 教授，乐意承担在衣阿华州立大

学举行的这次讨论会的东道主。我代表世界气象组织对他们和保证这次讨论会顺利进行的其他人员表示真挚的谢意。

世界气象组织秘书长

D. A. 戴维斯(D. A. Davies)

# 目 录

|                                                       |                                 |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 译者的话                                                  | ( 1 )                           |
| 前言                                                    | ( 1 )                           |
| 一、世界玉米 <sup>1)</sup> 生产                               |                                 |
| 全世界玉米生产概况                                             | M. 弗里尔 (M. Frere) ( 1 )         |
| 二、玉米需要的气象条件: 温度                                       |                                 |
| 玉米对环境温度的反应(评论)                                        |                                 |
| D. M. 布朗(D. M. Brown)                                 | ( 9 )                           |
| 加拿大玉米种植带                                              | R. A 特雷迪尔 (R. A. Treidl) ( 22 ) |
| 使用生物气象学指标划分玉米种植带                                      |                                 |
| B. 普里莫尔特 (B. Primault)                                | ( 30 )                          |
| 在英国选择玉米适宜种植区的重要性                                      | G. M. 米                         |
| 尔本和 M. K. U. 卡尔(G.M.Milbourn and M. K. U.Carr)        | ( 36 )                          |
| 玉米适应的气候因子                                             | P. L. 克兰、P. R. 戈兹沃西、R. L.       |
| 库安尼、M. S. 朱伯和 C. A. 弗朗西丝 (P. L. Crane、P. R.           |                                 |
| Goldsworthy、R. L. Cuany、M. S. Zuber and C. A.Francis) | ( 40 )                          |
| 加拿大东部热量单位低值区的玉米成熟指标                                   |                                 |
| A. 布茨马 (A. Bootsma)                                   | ( 50 )                          |
| 阿尔伯塔省的玉米成熟与天气                                         | D. J. 梅杰(D. J. Major) ( 60 )    |
| 累积热量单位对玉米成熟期的影响                                       |                                 |
| D. 布洛克和 J. P. 古脱(D. Bloc and J. P. Gouet)             | ( 69 )                          |
| 玉米栽培品种的成熟指标与气候区划(小组讨论)                                |                                 |
| 小组主席: D. M. 布朗, 小组成员: J. E. 纽曼(J.                     |                                 |
| E. Newman)、G. M. 米尔本、W. G. 邓肯 (W. G. Dun              |                                 |
| can)、N. E. 格比尔(N. E. Gerbier)、D. J. 梅杰和 D. M. 布洛克     | ( 78 )                          |
| 三、测定和观测玉米生长的技术                                        |                                 |
| 叶面积测定方法: 精确度和时效的研究                                    |                                 |

1) 玉米的拉丁文学名是 *Zea Mays* L, 在本书目录和正文中偶然提到, 为译述方便, 均从略。——校注

- .....P. 伯德和 J. 洛马斯 (P. Burd and J. Lomas) (92)  
 玉米发育和产量与气候的关系 .....  
 .....R. I. 汉密尔顿、C. F. 谢伊凯维茨和 L. S. 多诺万 (R.  
 I. Hamilton, C. F. Shaykewich and L. S. Donovan) (100)

#### 四、水分利用和玉米的需水要求

- 水分利用和玉米的需水要求(评论).....R. H. 肖 (R. H. Shaw) (104)  
 为制定玉米灌溉计划的日蒸散估计量模式.....E. T. 凯尼  
 梅苏和 W. 罗森塔尔 (E. T. Kanemasu and W. Rosenthal) (118)  
 干旱地区应用农业气候情报安排玉米种植计划和节约灌溉用水  
 计划 .....  
 F. 哈申迈和 M.T. 哈比比安 (F. Hashemi and M.T. Habibian) (125)  
 玉米的用水效率及其对一些环境物理参数的反应 .....  
 .....J. 洛马斯和 J. 卢因 (J. Lewin) (136)  
 中欧气候条件下玉米的热量和水分收支 .....  
 .....J. Von 霍宁根-汉尼 (J. Von Hoynigen-Huene) (150)  
 植株冠部和上方气流的平均湍流场闭合模式 .....  
 .....N. R. 威尔逊 (N. R. Wilson) 和 R. H. 肖 (162)

#### 五、玉米生理学和天气：辐射

- 玉米的光反应(评论).....J. L. 哈特菲尔德 (J. L. Hatfield) (170)  
 玉米叶片的方向和太阳能的有效利用 .....M. A. B. 费  
 科里德和 J. J. 莫克 (M. A. B. Fakorede and J. J. Mock) (180)  
 三种玉米冠部内光的质量分布 .....  
 .....J. L. 哈特菲尔德和 R. E. 卡尔森 (R. E. Carlson) (197)  
 鉴定天气影响玉米产量的能量-作物生长变量 .....  
 .....R. F. 戴尔 (R. F. Dale) (206)

#### 六、天气与玉米产量关系的模拟

- 英国环境下饲料玉米干物质产量和干物质含量的预报.....R. H.  
 菲普斯和 R. J. 富尔福德 (R.H. Phipps and R. J. Fulford) (216)  
 肯尼亚高原上确定杂交玉米早期生长活力和最后籽粒产量时，土  
 壤温度的效果及其重要性 .....  
 .....P. J. M. 库珀和 R. 劳 (P. J. M. Cooper and R. Law) (222)  
 热带土壤物理性质的空间变率及其在田间水分平衡研究里的关

- 系.....K. 赖卡特、P. L. 利巴迪和F. 格  
 罗哈曼 (K. Reichardt, P. L. Libardi and F. Grohamann) (238)
- 衣阿华州中部仲夏降水量的变率 .....  
 .....H. C. 沃恩、D. D. 卡林顿和 W. M. 戴维  
 斯(H. C. Vaughan, D. D. Carrington and W. M. Davis) (247)
- 天气与玉米生产技术.....L. M. 汤普森 (L. M. Thompson) (258)
- 关于法国玉米产量的农业气象研究.....N. 热比埃(N. Gerbier) (262)
- 尼日利亚利用气候变率改善玉米生产的水平和效率 .....  
 .....J. M. 费杰米  
 森和G. O. 奥兰扬(J. M. Fajemisin and G. O. Olaniyan) (300)

## 七、玉米的模拟

- 作物气候模拟的一些情况.....F. A.  
 博特曼内和 T. 赖茨麦、J.古德里安、C. J. 施蒂格特 (F. A.  
 Bottemanne and T. Reitsma, J. Goudriaan, C. J. Stigter) (318)
- 玉米的生长、产量和模拟.....D. D. 弗里顿、  
 D. P. 克尼维尔、G. W. 麦基和 J. D. 马尔索尔夫 (D. D.  
 Fritton, D. P. Kniev1, G. W. McKee and J. D. Martso1f) (333)
- 根据生理学模拟玉米生长时使用的实时天气资料 .....  
 .....H. F. 小里兹 (H. F. Reetz, Jr) (349)

## 八、农业气候情报应用于玉米生产

- 应用农业气象(天气)资料支持粮食早期警报系统 .....  
 .....N. D. 斯特罗曼恩 (N. D. Strommen) (355)
- 生长度日应用于田间玉米生产 .....R.  
 E. 尼尔德和 M. W. 西利 (R. E. Neild and M. W. Seeley) (363)
- 大尺度天气变率对玉米生产的影响 .....  
 .....J. D. 麦克奎格 (J. McQuigg) (373)

# 全世界玉米生产概况

M. 弗里尔

(作物生态和资源开发局、植物生产和防护科高级农业气象学家)

全世界玉米栽培大概从波兰到阿根廷的许多国家，从海平面以下到热带非洲和安德安高地，海拔 2600 米以上的广大范围里都种植玉米。

近 40 年来玉米栽培的发展也是惊人的。在四十年代，北纬 50° 的比利时玉米种植非常少，只是作为饲料作物。然而现在，一直到挪威都种植了玉米，向北推进了 10 个纬度左右。

图 1 根据联合国粮食及农业组织出版的 1974 年农业生产年鉴，扼要表示出全世界主要谷类作物的产量及有关资料。

左边的图表示主要谷类作物的种植面积。全世界种植谷类作物面积为七亿三千四百万公顷，其中玉米的种植面积为—亿一千六百七十万公顷，占整个种植面积的 16% 左右。玉米种植面积大约是小麦种植面积的二分之一，也少于水稻的种植面积。

右边的图表示 1974 年世界各种谷类作物的总产量，达十三亿三千四百万公吨。从图中看到，玉米产量较高，占各种谷类作物总产量的 22%，小麦占 27%，水稻占 24%，其他谷类作物占 27%。简单地说，三种主要谷类作物玉米、小麦和水稻的产量各占世界谷类作物总产量的四分之一，剩下的四分之一是所有其他谷类作物的产量。

下边的直方图表示全世界主要谷类作物的平均产量，单位用公担/公顷表示<sup>1)</sup>。世界谷类作物平均产量分布范围，由玉米的 25 公担/公顷到小米的 6.7 公担/公顷。在世界某些地区仍然处于重要地位的荞麦，其平均产量为 6.3 公担/公顷。

1) 1 公担/公顷 = 1.49 蒲式耳 (60 磅)/英亩；

1 蒲式耳/英亩 = 0.67 公担/公顷。

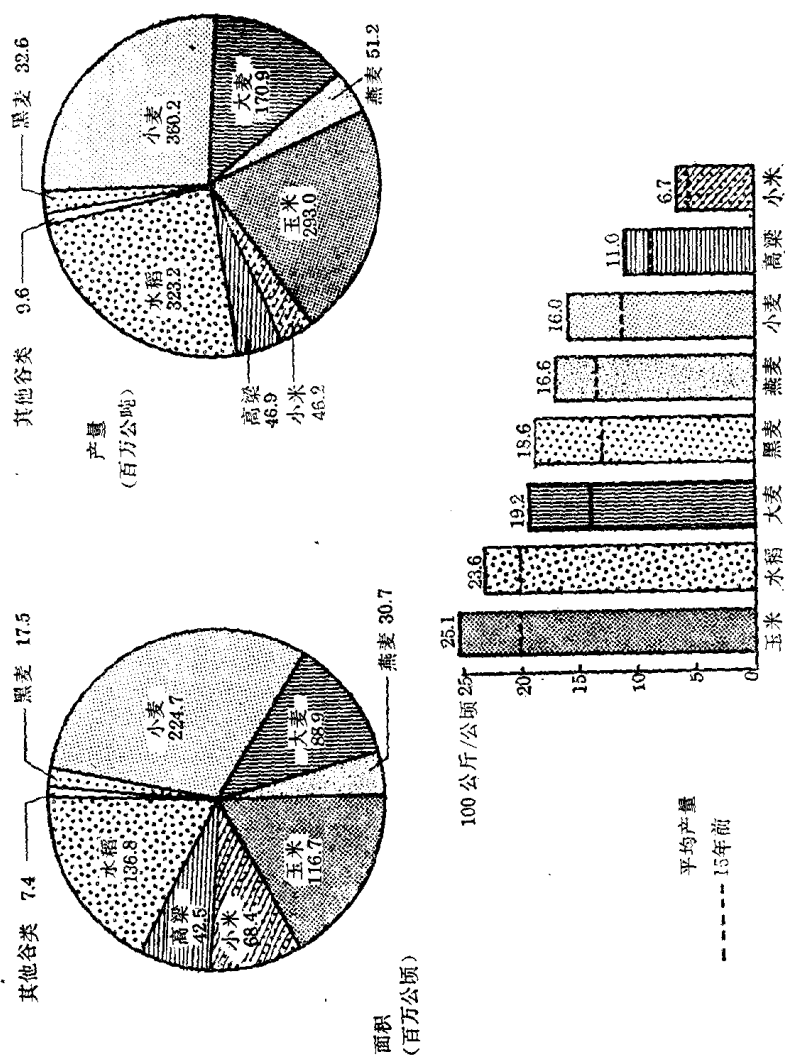


图 1 1974 年世界主要谷类作物的种植面积和产量

从比较世界平均产量得知，三种主要谷类作物的最高平均产量，就国家的水平来说，目前大约为 50 公担/公顷以上。国家水平的高产量出现在西欧和南欧。根据目前产量的趋势，和从任选的先进农民所获得的收成来看，可以毫无怀疑地说，这些作物的可能产量，在今后十年内，在采用优良品种和适宜的环境条件下，一定能达到 100 公担/公顷以上。关于这个问题，比较一下 1974 年的产量与 15 年前的产量也是有意义的。从比较可以看到，在这一相当短的时期里，所有作物的平均产量都有所增加，除了水稻和小米以外，其他的作物产量至少增加了 20%。玉米的全世界平均产量，从 1948—1949 年时的 16 公担/公顷，上升到 1959 年的 20 公担/公顷，1974 年又上升到 25 公担/公顷。

介绍了全世界玉米生产情况后，下面介绍近 15 年来世界各主要大区的玉米生产情况。

图 2 左上角的一幅图是北美洲的情况。可以看到 1974 年北美洲生产的玉米占世界总产量的 45% 左右，平均产量为 40 公担/公顷，与欧洲的平均产量相当。这 15 年间的平均产量增长趋势是明显可见的。值得注意的是，一些年份的平均产量有所下降，1970 年多数玉米得了凋萎病，而 1974 年又收成不好，从图上表示出的平均产量低达 35 公担/公顷，就清楚地说明了问题。

在南美洲，巴西和阿根廷的玉米产量，占南美洲总产量的 90%，南美玉米的平均产量虽然低得多，但产量的趋势与北美相似。使人感兴趣的是，南美洲从 1959 年到 1974 年的玉米总产量增加了将近一倍。

在非洲，所有国家都种植玉米，从图上可以看到玉米栽培面积略有增加，平均产量略有上升，15 年间玉米的总产量大约增加了 100%。1973 年玉米种植面积、总产量、平均产量都下降的原因，是由于北部热带地区经常降雨不足造成的。人们很少了解的是，这一年年初非洲南部的降雨也缺乏，而这个地区的玉米产量通常大约占非洲总产量的 60%。1973 年，非洲南部玉米产量只有前一年产量的一半，这就使整个非洲的玉米总产量比 1972 年大约减少

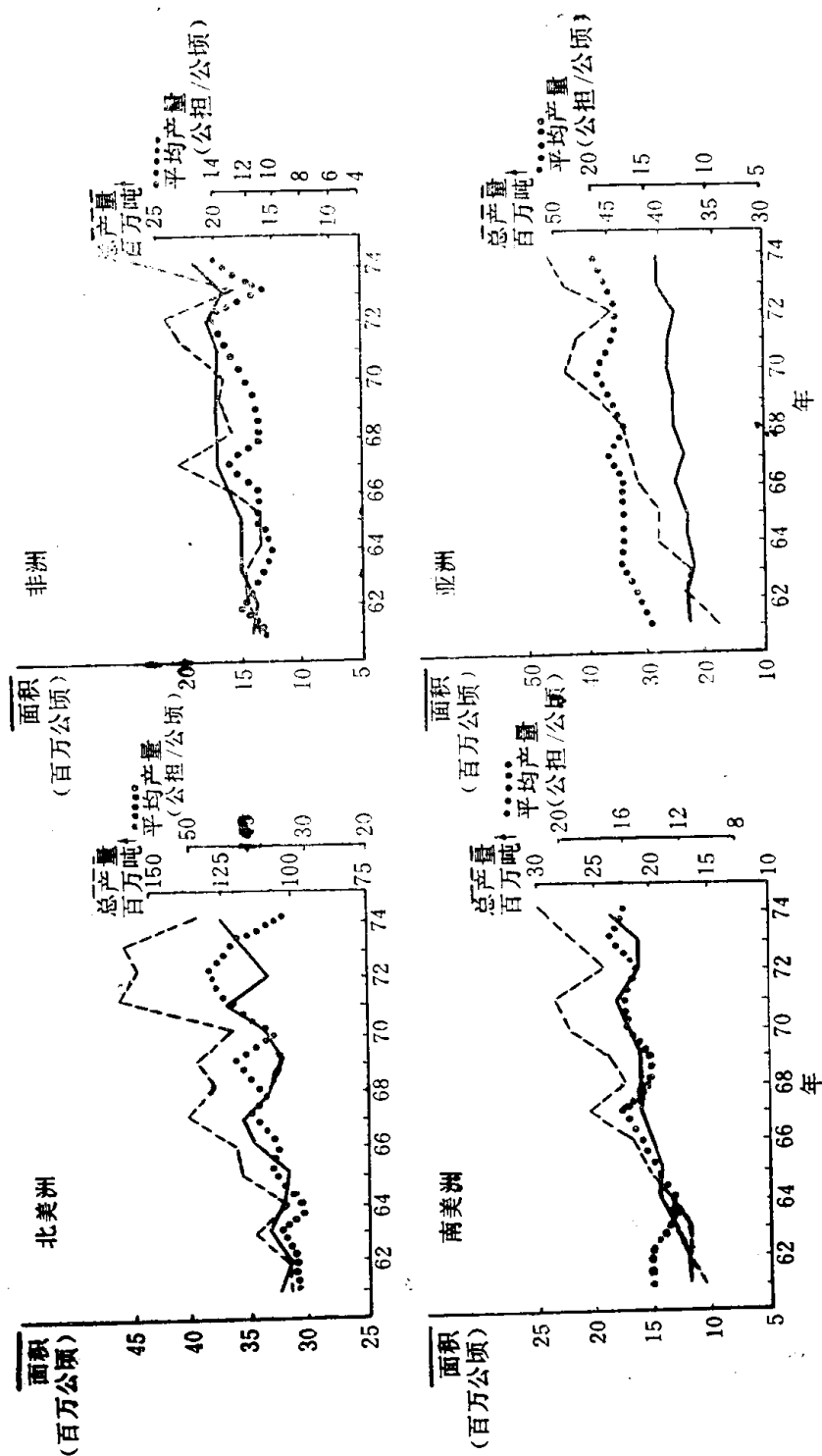


图 2 世界各大区域的玉米种植面积和产量

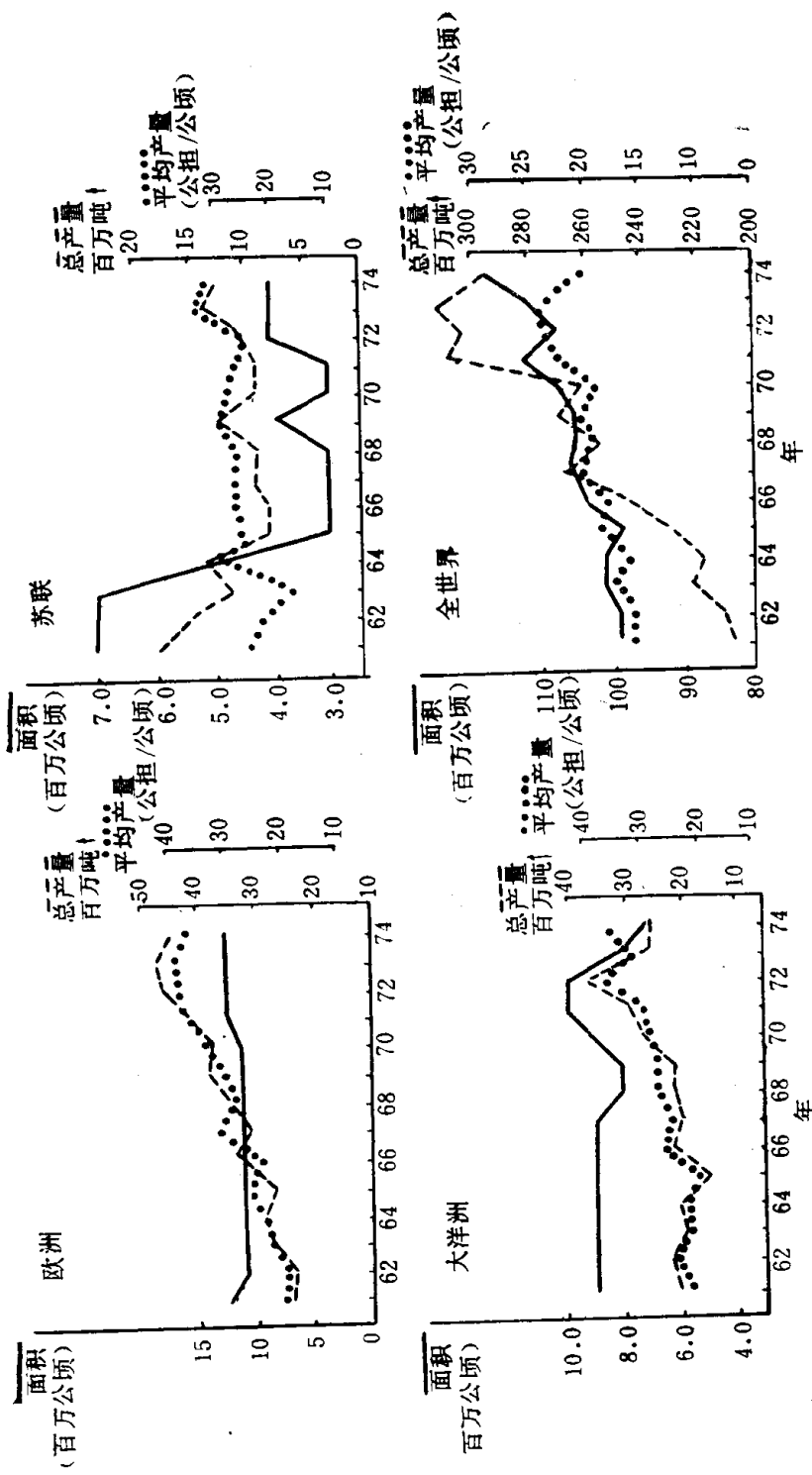


图 3 世界各大区域玉米种植面积和产量

了30%。

亚洲,玉米种植面积和平均产量发展比较稳定。尽管1972年总产量下降,但玉米总产量的上升趋势比较有规律。1972年整个亚洲玉米总产量减少,主要是因为这一年季风衰弱,中国和东南亚的玉米产量有所下降。

图3左上角的一幅图,表示欧洲玉米栽培面积非常稳定,20年中玉米平均产量增加了150%,结果总产量将近增加两倍。

图中苏联部分有几处不规律的情况不太容易解释,这或许与政府的决定有关,特别是关于玉米的栽培面积。从1963年到1965年玉米栽培面积减少了380万公顷,根据联合国粮食及农业组织的生产年鉴,人们注意到苏联的小麦栽培面积相应增加500万公顷,平均产量则略有上升的趋势。

大洋洲玉米的平均产量有上升的趋势,而栽培面积则是减少的趋势。

图3右下角简略地表示出全世界范围内的玉米种植面积和产量的趋势,并且指出在1972年到1974年间,玉米平均产量和总产量的降低是相互关联的。如上所述,这种结果的部分原因是,世界各地区玉米在生长季节受到了气象因素的不利影响。

图4表示发展中国家和发达国家的玉米种植面积和产量概况。左边一幅图表示发展中国家玉米平均产量稳定而上升缓慢,结果,部分地由于CIMMYT(国际玉米和小麦品种改良中心)协会与联合国粮食及农业组织一起作出的努力,才促进了玉米品种改良的各种计划。

右边一幅图表示发达国家的玉米产量显著提高,也反映了玉米对不利天气条件的敏感性,正如美国和西欧1974年的情况那样。

比较这两幅图也可以看出,提高全世界,特别是发展中国家的玉米产量仍有很大的可能性。

我希望我的以上介绍能让大家对世界玉米生产情况有一个全面了解。我的目的仅仅是尽可能笼统地介绍这个题目。希望引起